

Aumento de la Precisión Posicional Empleando Técnicas y Algoritmos para el Tratamiento del Error en Receptores GNSS de Bajo Costo

Alberto Eduardo Riba⁽¹⁾, Jorge Damián Tejada⁽¹⁾, Fernando Emmanuel Frati⁽¹⁾, Nelson Acosta^(2,3), Juan Manuel Toloza^(2,3)

¹ Departamento de Básicas y Aplicadas, Universidad Nacional de Chilecito 9 de Julio 22, Chilecito, La Rioja, Argentina
{ariba, jtejada, fefrati}@undec.edu.ar

² Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires General Pinto 399, Tandil, Buenos Aires, Argentina
{nacosta, jmtoloza}@exa.unicen.edu.ar

³ Universidad Nacional de Tres de Febrero
Mosconi 2736 - Sáenz Peña (B1674AHF), Buenos Aires, Argentina

Resumen

Los sistemas GNSS (Global Navigation Satellite System) son utilizados en innumerables ámbitos para georreferenciar objetos, existen tecnologías implementadas como NAVSTAR-GPS y GLONASS, y otras en vías de implementación como GALILEO y COMPASS.

En la actualidad existe una gran variedad de receptores GNSS y su costo varía en función de su precisión. Los receptores de bajo costo proveen posiciones con precisiones de una decena de metros (aplicables a navegación, seguimiento de fauna y flotas, turismo y ocio, etc.). Otros, más caros y precisos son capaces de entregar localizaciones con precisión de centímetros e incluso milímetros, que se utilizan para estudios y aplicaciones de carácter técnico y científico (agricultura de precisión, topografía, fotogrametría, conducción autónoma, replanteo en ingeniería civil, etc.).

La presente línea de I+D apunta al estudio, diseño y desarrollo de algoritmos, técnicas y métodos que

permitan disminuir el error en la posición entregada por receptores GNSS de bajo costo para mejorar la precisión del posicionamiento.

Los temas abordados son transversales a varias áreas, como algoritmos, lógica, programación, arquitectura de computadoras, sistemas de posicionamiento. Se espera que de esta línea surjan futuras tesis de grado de las carreras relacionadas de la UNDeC, UNICEN y UNTREF.

Palabras clave:

GNSS, GPS, DGPS. Posicionamiento de precisión, GNSS diferencial de bajo costo, minimización de errores de sensores.

Contexto

Forma parte de esta línea de investigación el proyecto “Incremento de la precisión posicional relativa utilizando receptores GPS de bajo costo” presentado en la Secretaría de Ciencia y Tecnología convocatoria para estímulo y desarrollo de la investigación científica y

tecnológica (FICyT – UndeC - convocatoria 2013-2014), aprobado en junio de 2015 actualmente en desarrollo. Cabe destacar que esta línea se inicia con el proyecto de tesis doctoral “Algoritmos y técnicas de tiempo real para el incremento de la precisión posicional relativa usando receptores GPS estándar” del Dr. Juan Manuel Toloza becario CONICET. Y actualmente se encuentra en desarrollo el trabajo de tesis de Maestría titulado “Técnicas de análisis de la geometría de los satélites para el incremento de la precisión posicional relativa utilizando receptores GPS monofrecuencia L1” de Alberto Eduardo Riba.

Introducción

El posicionamiento de un objeto sobre la corteza terrestre ha sido objeto de innumerables estudios. Los mercantes usaban los cuerpos celestiales para ubicarse en su navegación por los océanos [1, 2]. En la actualidad los nuevos sistemas autónomos utilizan micro-dispositivos embebidos con distintos tipos de sensores, que resuelven en cuestión de segundos la posición actual de un objeto para asistirlo en su navegación [3].

Los sistemas GNSS constan de tres partes fundamentales: los satélites en órbita alrededor de la Tierra, las estaciones terrestres de seguimiento y control, y los receptores propiedad de los usuarios [4].

Los receptores necesitan recibir la señal de al menos cuatro satélites para resolver su hora local precisa y sus coordenadas tridimensionales de latitud, longitud y altitud. Para ello utilizan técnicas de trilateración basada en la medición de retardo de la señal [5, 6].

Existe una amplia oferta de receptores GNSS de bajo costo. En nuestro país los

más utilizados son los que implementan la tecnología NAVSTAR-GPS aunque en los últimos años es posible adquirir dispositivos que soportan más de una constelación como por ejemplo GLONASS y la emergente GALILEO.

Cuando se trabaja con este tipo de receptores no se puede asegurar de obtener posiciones con una precisión mayor a los 15 metros el 95% de las veces [7, 8].

Existe un gran número de aplicaciones que utilizan esta tecnología y pueden llevar a cabo su tareas sin inconvenientes en cuanto a la precisión obtenida, pero alguna áreas como la agricultura de precisión, la aeronavegación, la navegación marítima, los desarrollos aeroespaciales, entre otras, necesitan una mayor precisión.

Varios desarrollos de empresas, gobiernos e instituciones afrontan a diario este desafío de encontrar nuevas técnicas para mejorar la precisión del posicionamiento, muchos de ellos con resultados exitosos y comprobables [9]. Pero estos desarrollos no alcanzan a la totalidad de los usuarios que los necesitan, en algunos casos las razones son económicas y en otros porque la región de residencia no se ve beneficiada por el servicio. Adquirir la infraestructura para montar un sistema de posicionamiento preciso, puede requerir de grandes inversiones. En otros casos puede implicar el abono oneroso de un servicio mensual. Aun así, y más allá de contar con la capacidad económica, en ciertas regiones no es posible acceder a las señales de corrección por características del terreno o por estar fuera del área de cobertura. Por este motivo es muy importante desarrollar soluciones tecnológicas que cubran estas necesidades.

Algunos requisitos operacionales para los que las constelaciones GPS y

GLONASS no se elaboraron, se enuncian a continuación:

- **Exactitud:** diferencia entre la posición estimada y la real.
- **Integridad:** confianza sobre la información total proporcionada.
- **Continuidad:** funcionamiento sin interrupciones no programadas.
- **Disponibilidad:** es la parte del tiempo durante la cual el sistema presenta simultáneamente la exactitud, integridad y continuidad requeridas.

Los sistemas de aumentación permiten mejorar la precisión posicional y garantizan que los GNSS actuales cumplan con los requisitos antes expuestos. Para superar estas limitaciones inherentes, la tecnología GPS ha diseñado y normalizado tres sistemas de aumentación: el sistema basado en aeronave (Aircraft Based Augmentation System – ABAS), el basado en tierra (Ground Based Augmentation System - GBAS), y el basado en satélite (Satellite Based Augmentation System – SBAS) [5]. Para aplicaciones en tiempo real, las correcciones de los parámetros de cada satélite de las constelaciones GNSS existentes (GPS y GLONASS) deberán ser transmitidas a los usuarios a través de equipos de radio VHF (GBAS) o si se requiere una amplia cobertura a través de satélites geoestacionarios que emitan pseudocódigos con información de corrección (SBAS) [10].

Esta línea de investigación pretende reducir la brecha existente entre estos desarrollos y los usuarios finales que necesitan realizar tareas con mayor precisión posicional que la entregada originalmente por los sistemas de posicionamiento, utilizando receptores de bajo costo. Además los sistemas GNSS están generando nuevas áreas de investigación, algunas previstas desde sus

comienzos, otras como resultado de una corriente innovadora en este campo que ha mostrado que estos sistemas pueden dar respuesta a muchos problemas que originalmente no fueron considerados.

Líneas de Investigación, Desarrollo e Innovación

- Posicionamiento de precisión
- Sistemas de Tiempo Real
- Protocolo NMEA
- Geometría satelital
- Sistemas Multiconstelación
- Posicionamiento diferencial de bajo costo
- Desarrollo de métricas para evaluar el error posicional

Resultados y Objetivos

Resultados

Como resultados se puede mencionar el trabajo de tesis doctoral de uno de los integrantes, que desarrolló una herramienta donde se implementa un conjunto de técnicas y algoritmos para el tratamiento de información que proviene de los receptores para incrementar la exactitud del posicionamiento.

Esta herramienta es totalmente configurable y posee portabilidad de manera que funcione en cualquier región donde no se cuenta con servicios de aumentación para mejorar la precisión.

Durante 2015 y 2016 se adquirió el equipamiento necesario para realizar nuevos experimentos que permitieron analizar nuevos parámetros relacionados con la mejora de la precisión posicional.

Para ello el equipo desarrolló una herramienta que permite la manipulación de los grandes volúmenes de datos obtenidos de los receptores GNSS que facilita el tratamiento y estudio de posibles indicadores y métricas

relacionadas con el error posicional. En CACIC 2016 WISS se presentó esta herramienta en el artículo “Procesamiento de sentencias NMEA-0183 para el análisis de la geometría satelital utilizando receptores GPS de bajo costo”.

Además se logró fortalecer el grupo de trabajo, como así también incentivar la producción científica en la UNdeC.

Objetivo General

Desarrollar un conjunto de técnicas, métodos y algoritmos de mejora a la precisión del posicionamiento utilizando receptores GNSS de bajo costo en un prototipo de GNSS diferencial.

Objetivos Específicos

Analizar técnicas y algoritmos de mejora de la precisión del posicionamiento para receptores GNSS de bajo costo. Analizar y diseñar técnicas para el análisis geométrico de la posición de los satélites. Estudiar el impacto que tiene el factor de dispersión espacial de los satélites en el error de posicionamiento de un GNSS de bajo costo. Definir métricas que permitan analizar y evaluar este error. Analizar técnicas y algoritmos de la integridad de los datos recibidos por el dispositivo. Analizar técnicas de aumentación de la precisión.

Formación de Recursos Humanos

El equipo de investigación de esta línea de trabajo en posicionamiento está compuesto por 5 docentes.

De los docentes: 1 es posdoctorado en Informática, 2 son doctores en Informática; un maestrando que presentará su tesis en la Universidad Nacional de San Juan; un doctorando que presentará su tesis en la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

Referencias

- [1] Rao (2010) Global Navigation Satellite Systems. Tata McGraw-Hill Education, 478 pp.
- [2] Misra P. & Enge P. (2010) Global Positioning System: Signals, Measurements, and Performance. New York, Ganhga-Jamuna Press, 590 pp.
- [3] Enrique David Martí, David Martín, Jesús García, Arturo de la Escalera, José Manuel Molina and José María Armingol. (2012) “Context-Aided Sensor Fusion for Enhanced Urban Navigation”. Open Access Sensors, Article.
- [4] <http://www.gps.gov/> Información oficial del Gobierno de los Estados Unidos relativa al Sistema de Posicionamiento Global y temas afines.
- [5] Elliott D. Kaplan, Christopher J. Hegarty (2006) Understanding GPS Principles and Applications 2° Edition, pp. 26-28
- [6] Gleason S. & Gebre-Egziabher D. (2009) Gnss Applications and Methods. Artech House, 508 pp.
- [7] Zandbergen P. A. & Arnold L. L. (2011) Positional accuracy of the Wide Area Augmentation System in consumer-grade GPS units. Computers & Geosciences Volume 37 Issue 7, Elsevier, pp. 883-892.
- [8] Garmin International, Inc.: GPS 18x Technical Specification. (2008).
- [9] Tolosa Juan Manuel. (2012) “Algoritmos y técnicas de tiempo real

para el incremento de la precisión posicional relativa usando receptores GPS estándar”. SEDICI, Universidad Nacional de La Plata.

[10] Alberto Riba, (2015) “Incremento de la precisión posicional relativa utilizando receptores GPS de bajo costo,” in IV Jornadas Científicas de Estudiantes Investigadores (IV-JCEI), UNdeC.